



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO N° 482

**ANÁLISES TEXTURAIS DE PRODUTOS DERIVADOS DE
LIDAR PARA DISCRIMINAÇÃO DE CANGAS
LATERÍTICAS, SERRA SUL DE CARAJÁS (PA)**

Dissertação apresentada por:

JAQUELINE ALCÂNTARA DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho (UFPA)

Coorientador: Prof. Dr. Arnaldo de Queiroz da Silva (UFPA)

**BELÉM
2016**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Santos, Jaqueline Alcântara dos, 1988-
Análises texturais de produtos derivados de LiDAR
para discriminação de cangas lateríticas, serra sul de
Carajás (PA) / Jaqueline Alcântara dos Santos. - 2016.

Orientador: Pedro Walfir Martins e Souza
Filho;

Coorientador: Arnaldo de Queiroz da Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Geociências,
Programa de Pós-Graduação em Geologia e
Geoquímica, Belém, 2016.

1. Sensoriamento remoto - Carajás, Serra dos
(PA). 2. Sistemas de varredura - Carajás, Serra
dos (PA). 3. Laterita - Carajás, Serra dos (PA).
4. Mapeamento geológico - Carajás, Serra dos
(PA). I. Título.

CDD 22. ed. 621.3678098115



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**ANÁLISES TEXTURAIS DE PRODUTOS DERIVADOS DE
LiDAR PARA DISCRIMINAÇÃO DE CANGAS LATERÍTICAS,
SERRA SUL DE CARAJÁS**


DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR


JAQUELINE ALCÂNTARA DOS SANTOS


**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOLOGIA.**

Data de Aprovação: 30 / 09 / 2016

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho
Orientador-UFPA


Prof. Dr. Roberto Vizeu Lima Pinheiro
Membro-UFPA


Prof. Dr. Marcos Adami
Membro-INPE

Dedico ao dom da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida a cada novo raiar de sol.

Ao prof. Dr. Pedro Walfir por aceitar ser meu orientador, pelos conhecimentos repassados de forma clara e tranquilizante e, por toda sua dedicação para o melhor desenvolvimento desta pesquisa.

Ao prof. Dr. Arnaldo Queiroz pela orientação sobre geoestatística, análise textural do terreno, instrução acerca da utilização do aparelho rugosímetro e, por sempre ser prestativo e incentivador.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) – Instituto de Geociências (UFPA) pela estrutura oferecida para o melhor desenvolvimento do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo.

Aos projetos de pesquisa “Evidências Geológicas, Palinológicas e Faunísticas do Paleoclima e seus efeitos na Floresta Tropical do Sudeste da Amazônia Oriental durante o Cenozoico Superior” em convênio com o Instituto Tecnológico Vale (ITV) e UFPA-FADESP e, o projeto “História deposicional dos ambientes lacustres da Serra dos Carajás durante o Quaternário Tardio: evidências sismo-estratigráficas, sedimentológicas, biogeoquímicas e palinológicas” em convênio com o ITV-UFPA e a Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa, pelo apoio financeiro.

Ao projeto “Levantamento geoespeleológico de cavidades naturais da Unidade Espeleológica de Carajás, Província Mineral de Carajás, PA (PROCAV)” em convênio com a VALE-UNIFESSPA pelo apoio logístico durante as campanhas de campo.

A minha mãe Maria Luisa e minha madrinha Lucimar Rodrigues pelo incentivo a cada nova etapa e pelo amor incondicional.

Ao meu esposo Márcio Fernandes pelo amor, companheirismo, paciência e incentivo.

Aos amigos e colegas conquistados ao longo de minha formação, em especial a Lidiane, Larissa, Lorena, Jeferson Souza, Paulo Isaac, Alyson Nogueira, Francisco Costa, Jorge Luis, Wilson, Michele, Glenda, Paulo Alves, Igor Narvaes, Marcos Adami e a todos que contribuíram de forma direta ou indireta no conhecimento adquirido e pelo crescimento como pessoa.

Obrigada !

RESUMO

A caracterização de feições geológicas por meio de produtos oriundos do sensoriamento remoto em regiões do trópico úmido sofre severas restrições devido à influência da vegetação na radiometria medida. Essa é a motivação para se investigar novas abordagens metodológicas visando extrair informações de dados de sensores remotos aplicados ao mapeamento geológico. Esta pesquisa visa desenvolver uma abordagem metodológica para discriminar tipos de superfícies lateríticas a partir de parâmetros texturais de Haralick extraídos de imagem de relevo sombreado gerada de Modelo Digital do Terreno de alta resolução espacial (1 m), derivado dos sinais de último retorno (*ground*) de dados LiDAR. A área de estudo localiza-se no corpo S11CD na Serra Sul da Província Mineral de Carajás, compreendendo o município de Canaã dos Carajás (Estado do Pará - Brasil). O corpo S11CD é caracterizado por um relevo residual sustentado por crosta ferruginosa espessa desenvolvida sobre formações ferríferas bandadas arqueanas (Formação Carajás/Grupo Grão Pará) e é recoberto por vegetação de savana (campus rupestres) que contrasta com a floresta ombrófila do entorno. As crostas lateríticas na área de estudo são classificadas em (1) canga estrutural e (2) canga detrítica. A discriminação dos tipos de canga laterítica foi analisada através de métricas de microtopografia do relevo (Hrms), medidos em campo e, por parâmetros texturais de Haralick extraídos da imagem de relevo sombreado. Testes estatísticos de comparação de médias do Hrms (teste *t Student*) mostraram que é possível separar pela microrugosidade do terreno os tipos de cangas lateríticas presentes em S11CD. Na classificação orientada a objeto (GEOBIA) foi utilizado o parâmetro textural Dissimilaridade de Haralick para discriminar os tipos de cangas lateríticas. Para tal, utilizou-se os limiares do desvio padrão da média da Dissimilaridade para separação da canga detrítica (26,1 ↔ 33,234) e da canga estrutural (20,573 ↔ 28,515). O resultado desta classificação recobriu em torno de 89,35% a área de estudo, permanecendo ~11% da imagem não classificada, possivelmente em consequência de ruídos no dado LiDAR. A validação desta classificação atestou que a acurácia global entre os dados de campo e da classificação foi de 78,8%. Salienta-se ainda, que a canga estrutural ocorre na serra como pequenas “janelas” em meio à canga detrítica, o que dificultou realizar amostragem de campo nessa unidade, assim os erros de comissão e omissão tornaram-se altos para cada classe de canga.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. LiDAR. Parâmetros texturais de Haralick. Laterita.

ABSTRACT

The characterization of geological features through products derived from remote sensing in humid tropical regions suffers severe restrictions due to the influence of vegetation on the radiometric measurements. This is the motivation to investigate new methodological approaches aimed at extracting remote sensing information data applied to geological mapping. This research aimed to develop a methodological approach to discriminate types of lateritic surfaces from textural parameters of the Haralick extracted shaded relief image generated Digital Model Land of high spatial resolution (1 m) derived from the last return signal (ground) of LiDAR data. The study area is located in body S11CD in Serra Sul of Carajás Mineral Province, including the city of Canãa dos Carajás (Pará State - Brazil). The body S11CD is characterized by a residual relief supported by ferruginous crust thick developed on Archean banded iron formations (Carajás Formation / Grão Pará Group) and is covered by savannah (*campus rupestres*) that contrast with the surroundings tropical rain forest. The lateritic crust in the study area is classified into (1) structural duricrust and (2) detrital duricrust. The difference between the types of lateritic crust was analyzed by microtopography relief metrics (Hrms), measured in the field and textural parameters of the Haralick extracted from the shaded relief image. Statistical tests of averages Hrms comparison (Student t test) showed that it is possible to identify the terrain microrugosidade kinds of lateritic duricrust present in S11CD. The object-oriented classification (GEOBIA) was used dissimilarity textural parameter of the Haralick to discriminate the types of lateritic duricrust. For this, it was used the standard deviation of the average dissimilarity threshold for separating the detrital duricrust (26.1 ↔ 33.234) and structure duricrust (20.573 ↔ 28.515). The result of this classification overlaid around 89.35% the study area, remaining ~ 11% of the image not classified, possibly as a result of noise in the LiDAR data. The validation of this classification attested that the overall accuracy of field data and the classification was 78.8%. Note also, that the structural duricrust occurs in the area as small "windows" through the detrital duricrust, which made it difficult to carry out field sampling at this site, so the errors of commission and of omission become high.

Keywords: Remote sensing. LiDAR. Textural parameters Haralick. Laterite.